

بهینه‌سازی رنگریزی الیاف پشم با روناس و سطح فعال‌ها

سبا پوری^{۱*}، احمد اکبری^۲

۱- کارشناسی ارشد فرش، مواد اولیه و رنگریزی، دانشگاه کاشان

۲- دانشیار گروه فرش دانشگاه کاشان

(e.pouri1386@gmail.com)

چکیده

روناس از مهمترین گیاهانی است که رنگ در ریشه دارد و در رنگریزی سنتی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق با بررسی شرایط مختلف حمام رنگریزی، دما و زمان رنگریزی، دما و زمان عصاره‌گیری، نوع سطح فعال و pH حمام رنگریزی بر روی میزان جذب رنگزا و خواص ثباتی کالاهای رنگریزی شده از قبیل ثبات شستشویی و اثر لکه‌گذاری و ثبات سایشی مورد بررسی قرار گرفته و شرایط بهینه رنگریزی بدست آمده است. قدرت رنگی (K/S) و نمونه‌های پشمی رنگریزی شده در سیستم CIE (L* a* b*) با استفاده از اسپکتروفتومتر انعکاسی اندازه‌گیری شد. نتایج به دست آمده نشان داد که شرایط بهینه رنگریزی عبارت از دمای جوش (۸۰ درجه سانتی‌گراد)، زمان ۶۰ دقیقه، دمای عصاره‌گیری ۵۰ درجه سانتی‌گراد، زمان ۳۰ دقیقه برای عصاره‌گیری ۰/۵ درصد سطح فعال آنیونی و pH ۵ است. قدرت رنگی نمونه‌ها بسیار خوب بودند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری خواص ثباتی نمونه‌ها نشان داد که ثباتهای شستشویی در حد متوسط تا خوب و ثبات سایشی و لکه‌گذاری در حد خوب تا عالی است.

واژگان کلیدی: رنگریزی، روناس، مواد رنگزای طبیعی، الیاف پشم، سطح فعال

۱- مقدمه

مواد رنگزای طبیعی گروه بسیار مهم و گسترده‌ای از مواد رنگریزی هستند که قابلیت رنگ کردن کالاهای طبیعی و مصنوعات بشری را به رنگ‌های مختلف دارند. از آنجا که مقدار مواد رنگزا و نیز ثبات‌های ایجاد شده روی کالا از یک منبع به منبع دیگر متفاوت است (Surowiec et al, 2007, 2070-2079 & Clementi et al, 2007, 46-54)، این نوع رنگزاها اغلب از گیاهان، گل‌سنگ‌ها، چارچ‌ها، حشرات و نرم تنان به دست آمده و بر اساس ساختار شیمیایی و روشی که روی کالا به کار می‌روند، دسته‌بندی می‌شوند (Surowiec et al, 2007, 2070-2079 & Shams-Nateri, 2011, 775-781).

یکی از مهمترین مواد رنگزای طبیعی که برای رنگریزی الیاف پشم، پنبه و ابریشم به کار می‌رود مواد رنگزای موجود در ریشه گیاه روناس است. روناس در تمام زبانها مترادف رنگ قرمز است، از قرن‌ها پیش روناس برای تهیه مواد رنگزای طبیعی در اروپا، آسیا و امریکا کشت می‌شده (Surowiec et al, 2007, 2070-2079 & Clementi, 2007, 46-54 & Lee et al, 2008, 354-358). هم‌اکنون این گیاه در برخی از نقاط ایران کشت می‌شود که این مناطق عبارتند از نواحی غرب ایران اراک، اطراف دماوند، تبریز، یزدخاست، خوی، دیلمان، ارومیه، مازندران، کرمان و بلوچستان. بهترین آن در شنزارهای یزد با ارتفاع ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ سانتی‌متر است (جهانشاهی افشار، ۱۳۷۵، ۴۵ و حیاتی، ۱۳۸۴، ۶۷).

اهمیت روناس در رنگرزی الیاف نساجی، به ویژه الیاف پشم باعث شده است که انجام این تحقیق با هدف رنگرزی با روناس و استفاده از سطح فعالها بررسی شود و در این راستا عواملی مانند دما و زمان رنگرزی و دما و زمان عصاره‌گیری و pH مناسب رنگرزی بررسی شده است و در نهایت با توجه به بررسی‌های انجام شده بهترین شرایط رنگرزی معرفی شد.

۲- بخش تجربی

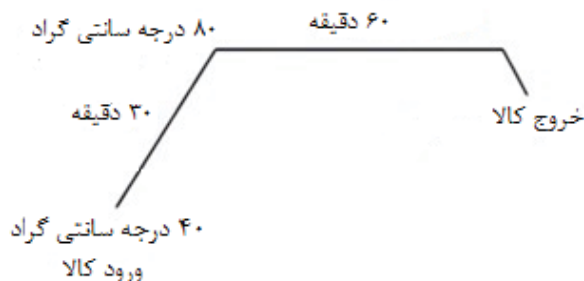
۲-۱- مواد و روشها

در این پژوهش از نخ پشمی ریس یزد چهار لا با نمره متریک ۱/۹۹، اسید استیک تهیه شده از شرکت Merck آلمان، پودر روناس به عنوان رنگزا از اردکان، سطح فعال آنیونی SDS و سطح فعال کاتیونی CTAB تهیه شده از شرکت Merck آلمان استفاده شده است. جهت تعیین ویژگی انعکاسی و رنگی نمونه‌ها از دستگاه اسپکتروفوتومتری انعکاسی مدل Konica 3600d استفاده گردید که شرایط مشاهده جهت محاسبه داده‌های کالریمتریک D65/10 در سیستم CIE(L*a*b*) است. ثبات لکه‌گذاری، ثبات شستشویی با دستگاه مدل JEMES H . HEAL (GYROWASH ۸۱۵) ساخت انگلستان، ثبات سایشی با دستگاه JEMES H . HEAL (Halifax .HX3 EP) ساخت انگلستان مطابق با استانداردهای ۱۹۸۹-۰۳-۱۰۵- C و ۱۹۹۳-۰۳-۱۰۵- A، ISO - ۱۹۹۳-۱۲-۱۰۵- X به ترتیب اندازه‌گیری شد.

۲-۲- روش انجام آزمایش

در این پژوهش برای شستشوی نخ‌ها، از محلول صابونی تهیه شده از ۲ gr/Lit صابون نانیونیک 10 mol استفاده شده است، خامه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۵۰°C با ۴۰:۱ L:R [۲]، در محلول قرار گرفتند، سپس از حمام خارج شده و با آب سرد شسته شده و آبکشی شدند. در نهایت در دمای محیط در آزمایشگاه خشک شدند. رنگرزی نخ پشمی شستشو داده شده به وزن ۳ گرم با مقدار ۶۴ درصد روناس در حجم حمام به وزن کالای برابر با ۵۰:۱ و ۵ درصد اسید استیک در دمای جوش (۸۰ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۶۰ دقیقه صورت گرفت و سپس نمونه‌های رنگرزی شده از حمام خارج و آبکشی با آب سرد انجام گرفت. مطابق منحنی نشان داده شده در شکل ۱ انجام شد. به منظور ارزیابی قدرت رنگی (K/S) رنگزای مورد استفاده از معادله کیوبلکا-مانک [۳]، (معادله ۱) استفاده شد که در آن K و S به ترتیب ضرایب جذب و انتشار است و R میزان انعکاس نمونه رنگرزی شده در طول موج ۳۷۰ نانومتر است.

$$k/s = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad (\text{معادله ۱})$$

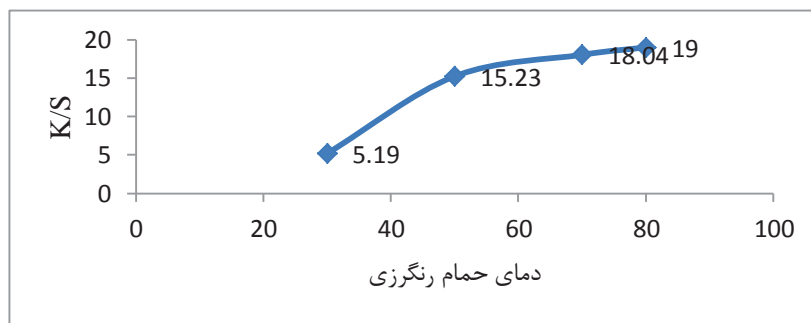


شکل ۱: منحنی رنگرزی

۳- بحث و نتایج

۳-۱- بررسی اثر دمای حمام رنگریزی بر میزان جذب رنگزا

به منظور دمای مناسب رنگریزی با رونا س از دماهای مختلف برای رنگریزی نخ پشمی، بدون استفاده از دندانه استفاده شد و نتایج آن بصورت K/S بر حسب مقدار ماده رنگزا در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲: اثر دمای حمام رنگریزی بر قدرت رنگی نمونه‌های رنگریزی شده

از روی شکل مشاهده می‌گردد که با افزایش دمای حمام رنگریزی افزایش پیدا می‌کند لذا دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد بعنوان دمای مناسب رنگریزی در ادامه مورد استفاده قرار گرفت. نمودار K/S نشان داد، کالای رنگریزی شده در دمای جوش (معادل ۱۰۰°C) دارای جذب رنگ بیشتری نسبت به دماهای دیگر است.

مشخصات رنگی نمونه‌های رنگریزی شده توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی تحت منبع نوری استاندارد D65 اندازه‌گیری شد و نتایج آن در جدول ۱ آمده است. در این جدول L* بیانگر روشنایی، a* قرمزیت / سبزی (قرمزی در صورت مثبت بودن و سبزی در صورت منفی بودن) و b* زردیت / آبی بودن (زردی در صورت مثبت بودن و آبی در صورت منفی بودن) می‌باشند. علاوه بر این مقادیر زاویه فام (h) و خلوص (c*) نیز محاسبه و در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات نمونه‌های رنگریزی شده بر حسب دمای حمام رنگریزی

دمای °C	L*	a*	b*	c	h	K/S
۳۰	۵۱/۴۳	۳۲/۷۲	۳۰/۹۲	۴۵/۰۲	۴۳/۳۶	۵/۱۹
۵۰	۴۰/۱۷	۳۸/۰۳	۳۴/۶۶	۵۱/۴۶	۴۲/۳۴	۱۵/۲۳
۷۰	۳۷/۵۷	۳۵/۵۳	۳۲/۲۸	۴۸/۰۱	۴۲/۲۶	۱۸/۰۴
۸۰	۳۵/۸۵	۳۲/۷۷	۲۹/۶۸	۴۴/۲۲	۴۲/۱۶	۱۹/۰۰

با توجه به جدول فوق مشاهده می‌شود که بیشترین روشنایی (L*) برای نمونه رنگریزی شده در دمای محیط و کمترین روشنایی (L*) برای نمونه رنگریزی شده در دمای ۸۰°C است. مقادیر (a*) نشان می‌دهد که قرمزی نمونه‌ها با افزایش دما بیشتر شده است (به جزء نمونه‌ای که در دمای ۸۰°C). بیشترین میزان (a*) قرمزی برای نمونه رنگریزی شده در دمای ۸۰°C و کمترین میزان قرمزی برای نمونه رنگریزی شده در دمای محیط و دمای ۸۰°C درجه سانتی‌گراد است. مقادیر (b*) نشان می‌دهد که زردی نمونه‌ها با افزایش دما کاهش یافته (به غیر از نمونه‌ای که در دمای ۵۰°C رنگریزی شده). بیشترین میزان زردی (b*) برای نمونه رنگریزی شده در دمای ۵۰°C و کمترین برای نمونه رنگریزی شده در دمای محیط است. بیشترین خلوص برای نمونه رنگریزی شده در دمای ۵۰°C و کمترین خلوص برای نمونه رنگریزی شده در دمای ۸۰°C درجه سانتی‌گراد است. عمق

رنگی کالاهای رنگریزی شده در دمای جوش با زمان کمتر تقریباً معادل عمق رنگی کالاهای رنگریزی شده در دماهای کمتر با زمان بیشتر است (دودانگه و همکاران، ۱۶۴، ۱۳۹۰).

رنگریزی در دمای جوش و ۷۵ درجه سانتی‌گراد موجب رنگریزی یکنواخت تر می‌شود. یکنواختی در کالاهای رنگریزی شده در دمای جوش به مراتب بیشتر از کالاهای رنگریزی شده در دمای ۷۵°C است (جهانشاهی افشار، ۱۳۷۵، ۶۵).

۲-۳- بررسی اثر مدت زمان حضور در دمای جوش (۸۰°C) بر میزان جذب رنگزا

پارامتر مورد بررسی در این مرحله، مدت زمان حضور نمونه‌ها در دمای جوش (۸۰°C) است، برای این منظور ۶ نمونه از ۱۵ تا ۹۰ دقیقه زمان حضور در جوش با گامهای ۱۵ دقیقه‌ای در نظر گرفته شد. مشخصه‌های رنگی نمونه‌ها در جدول ۲ آمده است

جدول ۲ - مشخصات نمونه‌های رنگریزی شده بر حسب مدت زمان اقامت در حمام رنگریزی

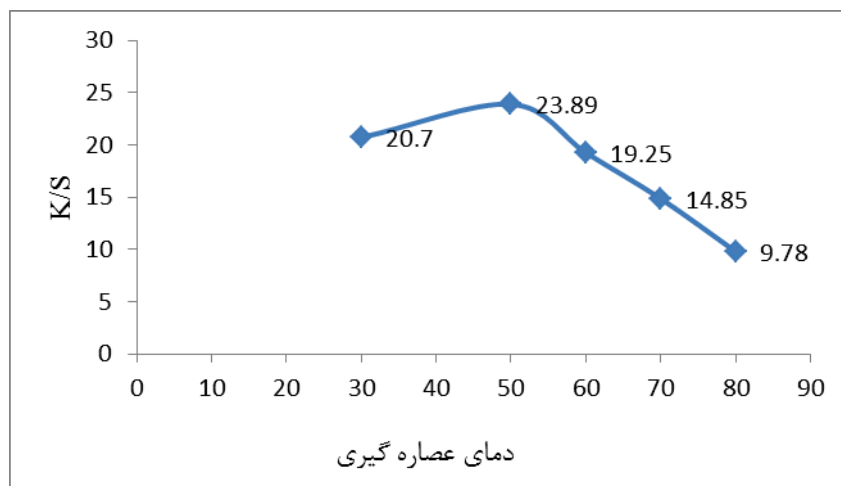
زمان	L*	a*	b*	c	h	K/S
۱۵	۳۸/۴۳	۳۴/۵۳	۳۱/۱۱	۴۶/۴۸	۴۲/۰۱	۱۵/۴۶
۳۰	۳۷/۱۱	۳۳/۲۰	۲۸/۹۰	۴۴/۰۲	۴۱/۰۳	۱۵/۶۳
۴۵	۳۷/۰۷	۳۳/۰۵	۲۹/۲۹	۴۴/۱۶	۴۱/۵۴	۱۶/۰۵
۶۰	۳۶/۲۶	۳۱/۳۰	۲۸/۰۰	۴۲/۳۷	۴۱/۳۵	۱۶/۳۰
۷۵	۳۵/۵	۳۰/۷۳	۲۶/۵۳	۴۰/۶۱	۴۰/۸	۱۶/۳۰
۹۰	۳۴/۵۵	۳۱/۰۹	۲۷/۱۱	۴۱/۲۵	۴۱/۰۸	۱۸/۴۳

با توجه به جدول فوق مشاهده می‌شود که حضور در دمای جوش (۸۰°C) بر روشنایی (L*) نمونه‌ها تأثیر دارد و با افزایش زمان حضور در دمای جوش روشنایی (L*) کم شده و جذب رنگ افزایش پیدا می‌کند؛ مقدار K/S سیر افزایشی دارد به غیر از نمونه ۷۵ دقیقه که با نمونه ۶۰ دقیقه برابر است. بیشترین روشنایی (L*) برای ۱۵ دقیقه حضور در دمای جوش (۸۰°C) است و کمترین روشنایی (L*) برای ۹۰ دقیقه حضور در دمای جوش است. مقادیر (a*) قرمزی نشان می‌دهد که با افزایش زمان حضور در دمای جوش قرمزی کاهش یافته است. بیشترین قرمزی برای نمونه ۱۵ دقیقه در دمای جوش و کمترین قرمزی برای نمونه ۷۵ دقیقه در دمای جوش است. طبق مقادیر (b*) زردی، با افزایش زمان حضور در دمای جوش زردی نیز همانند قرمزی کاهش یافته است. بیشترین زردی برای نمونه ۱۵ دقیقه در دمای جوش و کمترین زردی برای نمونه ۹۰ دقیقه در دمای جوش است. بیشترین خلوص برای نمونه ۱۵ دقیقه در دمای جوش و کمترین خلوص برای نمونه ۷۰ دقیقه در دمای جوش است. در طی فرایند رنگریزی، در حضور اسیدها، مقداری آسیب پذیری روی پشم وجود دارد که باعث کاهش استحکام و مقاومت سایشی الیاف می‌گردد (اکبری، ۱۳۹۱، ۱۸).

طبق نتایج آزمایش‌ها مدت زمان در جوش بودن برای بهینه‌سازی، ۶۰ دقیقه در نظر گرفته می‌شود به این دلیل که در ۹۰ دقیقه که مدت زمان طولانی است در دمای جوش الیاف پشم دچار آسیب می‌شوند و از نظر زمانی نیز مقرون به صرفه نیست. در رنگریزی پشم به منظور نفوذ کامل رنگینه به داخل لیف، یکنواختی رنگریزی و خواص ثباتی بالا به زمانهای طولانی نیاز است. اصولاً بسته به کلاس رنگی مورد استفاده، pH حمام رنگریزی در محدوده ۲ الی ۷ تنظیم می‌شود. تحت این شرایط، تخریب الیاف می‌تواند اتفاق افتد که باعث کاهش راندمان ریسندگی، عملکرد ضعیف محصول و مقاومت سایشی پایین تر نخ می‌گردد. تخریب پشم در محیط گرم، آبی و شرایط اسیدی، اصولاً به دلیل هیدرولیز پیوندهای پپتیدی به ویژه در شاخه‌های جانبی آمینو اسید اسپارتیک است (Park et al, 2004, 35-45)

۳-۳- بررسی اثر دمای عصاره‌گیری بر میزان جذب رنگزا

پارامتر مورد بررسی در این مرحله، اثر دمای عصاره‌گیری بر میزان جذب رنگزا است، به این منظور پنج حمام با نسخه یکسان در دماهای ۳۰ الی ۸۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. مشخصه‌های رنگی نمونه‌ها در جدول ۳ آمده است. نمودار جذب هم با توجه به مقادیر K/S در شکل ۳ رسم شد.



شکل ۳: قدرت رنگی نمونه‌های رنگرزی شده بر حسب دمای عصاره‌گیری

از روی شکل مشاهده می‌گردد که بیشترین استخراج رنگینه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد است و به عنوان بهینه عصاره‌گیری انتخاب شد. لذا در ادامه، قبل از رنگرزی، عصاره‌گیری در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

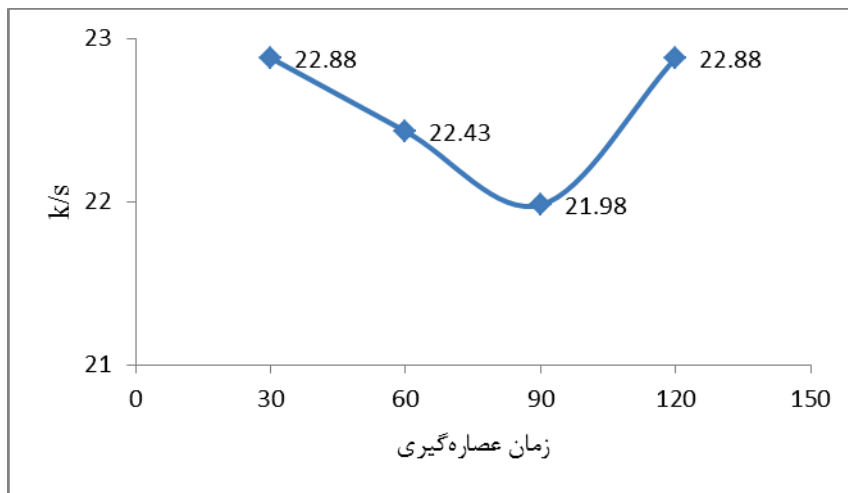
جدول ۳: مشخصه‌های رنگی نمونه‌های عصاره‌گیری شده در دماهای مختلف

دمای °C	L*	a*	b*	c	H	K/S
دمای محیط	۳۵/۳۹	۳۳/۳۱	۳۰/۶۶	۴۵/۲۸	۴۲/۶۲	۲۰/۷۰
۵۰	۳۲/۸۴	۳۳/۱۰	۲۹/۱۹	۴۴/۱۳	۴۱/۴	۲۳/۸۹
۶۰	۳۴/۳۶	۳۲/۵۴	۲۸/۰۴	۴۲/۹۶	۴۰/۷۵	۱۹/۲۵
۷۰	۳۶/۳۹	۳۱/۸۳	۲۶/۸۳	۴۱/۶۴	۴۰/۱۲	۱۴/۸۵
۸۰	۴۱/۵۷	۳۲/۹۳	۲۸/۳۵	۴۳/۴۵	۴۰/۷۳	۹/۷۸

با توجه به جدول فوق مشاهده می‌شود که با افزایش دما روشنایی کاهش و میزان استخراج رنگینه افزایش یافته است این کاهش تا دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد ادامه دارد و بالاتر از آن دما افزایش قابل توجهی داشته است. بیشترین روشنایی در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و کمترین روشنایی در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد است. مقادیر (a*) قرمزی نشان می‌دهد که با افزایش دما قرمزی کاهش یافته است. بیشترین قرمزی برای نمونه رنگرزی شده در دمای ۳۰ (دمای محیط) و کمترین برای نمونه رنگرزی شده در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد است. مقادیر (b*) زردی نیز همانند مقادیر (a*) قرمزی با افزایش دما کاهش یافته است. بیشترین زردی برای نمونه رنگرزی شده در دمای ۳۰ (دمای محیط) و کمترین برای نمونه رنگرزی شده در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد است. بیشترین خلوص برای نمونه رنگرزی شده در دمای ۳۰ و کمترین خلوص برای نمونه رنگرزی شده در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد است.

۳-۴- بررسی اثر مدت زمان عصاره‌گیری بر میزان جذب رنگزا

پارامتر مورد بررسی در این مرحله، مدت زمان عصاره‌گیری است، برای این منظور پنج نمونه از ۳۰ دقیقه تا ۱۲۰ دقیقه زمان عصاره‌گیری با گامهای ۳۰ دقیقه‌ای در نظر گرفته شد. مشخصه‌های رنگی نمونه‌ها در جدول ۴ آمده است. نمودار جذب هم با توجه به مقادیر K/S در شکل ۴ ارائه شده است.



شکل ۴: قدرت رنگی نمونه‌های رنگرزی شده بر حسب زمان عصاره‌گیری

از روی شکل مشاهده می‌شود که با افزایش زمان عصاره‌گیری در دمای محیط خروج رنگینه در همه دماها یکسان به غیر از نمونه ۹۰ دقیقه که میزان جذبش تقریباً با اختلاف جزئی کمتر از بقیه نمونه‌هاست. از آنجائیکه در رنگرزی به صرفه بودن زمان نیز برای ما مهم است و میزان جذب دمای ۳۰ و ۱۲۰ دقیقه با هم برابر است زمان ۳۰ دقیقه را به عنوان بهینه زمان عصاره‌گیری انتخاب می‌شود.

جدول ۴: مشخصه‌های رنگی نمونه‌های عصاره‌گیری شده در زمانهای مختلف با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد

زمان (دقیقه)	L*	a*	b*	c	h	K/S
۳۰	۳۴/۸۷	۳۴/۰۷	۳۱/۷۷	۴۶/۵۹	۴۲/۹۹	۲۲/۸۸
۶۰	۳۵/۶۸	۳۵/۰۳	۳۲/۹۱	۴۸/۰۷	۴۳/۲۱	۲۲/۴۳
۹۰	۳۵/۲۳	۳۴/۰۹	۳۱/۷۹	۴۶/۶۲	۴۲/۹۹	۲۱/۹۸
۱۲۰	۳۵/۲۵	۳۴/۷۸	۳۲/۵۱	۴۷/۶۱	۴۳/۰۵	۲۲/۸۸

نتایج نشان می‌دهد با افزایش زمان، روشنایی افزایش و خروج رنگینه در نمونه‌ها برابر (به جزء نمونه ۹۰ دقیقه) است. بیشترین روشنایی در ۶۰ دقیقه و کمترین روشنایی در نمونه‌ای که ۳۰ دقیقه است. مقادیر (a*) قرمزی نشان می‌دهد که با افزایش زمان عصاره‌گیری در دمای محیط قرمزی کاهش یافته است. بیشترین قرمزی در ۶۰ دقیقه و قرمزی در ۳۰، ۹۰ و ۱۲۰ با اختلاف جزئی یکسان است. مقادیر (b*) زردی نیز همانند مقادیر (a*) قرمزی با افزایش زمان عصاره‌گیری افزایش یافته است (به جزء نمونه ۹۰ دقیقه). بیشترین زردی در ۶۰ دقیقه و کمترین زردی در ۳۰ است. بیشترین خلوص برای ۶۰ دقیقه و کمترین خلوص برای ۳۰ است.

۳-۵- بررسی اثر سطح فعالها بر روی میزان جذب رنگزا

پارامتر مورد بررسی در این مرحله اثر سطح فعالها بر روی میزان جذب رنگزا است. به این منظور سه نمونه در نظر گرفته شد. نمونه‌ای به عنوان شاهد و دو نمونه دیگر با ۱ درصد SDS و CTAB نسبت به رنگزا استفاده شده است. مشخصه‌های رنگی نمونه‌ها در جدول ۵ آمده است. نمودار جذب هم در شکل ۵ ارائه شده است.



شکل ۵: قدرت رنگی نمونه‌های رنگرزی شده بر حسب سطح فعالها

از روی شکل مشاهده می‌شود که سطح فعال آنیونی SDS باعث افزایش جذب می‌شود. لذا در آزمایش بعدی از سطح فعال آنیونی SDS استفاده می‌شود.

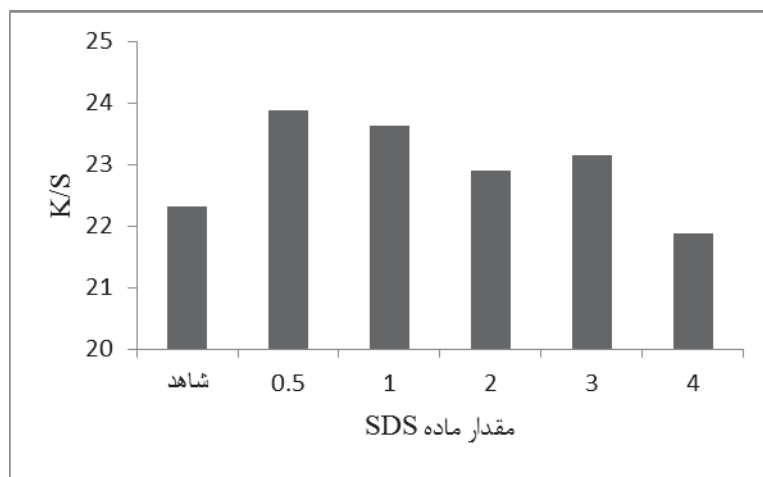
جدول ۵: مشخصات رنگی نمونه‌های رنگرزی شده با سطح فعالها

نمونه	L*	a*	b*	c	h	K/S
شاهد	۳۵/۰۲	۳۳/۶۹	۳۱/۴۴	۴۶/۰۹	۴۳/۰۱	۲۲/۳۲
SDS	۳۳/۴۰	۳۳/۱۴	۳۰/۰۹	۳۱/۳۳	۴۲/۰۸	۲۳/۶۳
CTAB	۳۴/۹۷	۳۳/۶۹	۳۰/۷۵	۴۵/۶۲	۴۲/۳۷	۲۱/۲۳

با توجه به جدول فوق مشاهده می‌شود که استفاده از سطح فعال آنیونی SDS نسبت به نمونه شاهد باعث کاهش روشنایی و افزایش جذب، همچنین استفاده از سطح فعال کاتیونی CTAB با تغییر جزئی نسبت به نمونه شاهد باعث کاهش روشنایی و کاهش جذب شده است. بیشترین روشنایی برای نمونه شاهد و کمترین روشنایی برای نمونه سطح فعال آنیونی SDS است. مقادیر (a*) قرمزی نشان می‌دهد که میزان قرمزی نمونه شاهد و نمونه سطح فعال کاتیونی CTAB تقریباً یکی است اما در نمونه سطح فعال آنیونی SDS نسبت به نمونه شاهد قرمزی کاهش اندکی یافته است. مقادیر (b*) زردی نشان می‌دهد میزان زردی در سطح فعال آنیونی SDS نسبت به نمونه شاهد کاهش و سطح فعال کاتیونی نسبت به نمونه شاهد برابر است. بیشترین خلوص نسبت به نمونه شاهد برای سطح فعال کاتیونی CTAB و کمترین خلوص برای سطح فعال آنیونی SDS است.

۳-۶- بررسی اثر مقدار سطح فعال آنیونی SDS بر روی میزان جذب رنگزا

پارامتر مورد بررسی در این مرحله میزان سطح فعال آنیونی مناسب برای رنگرزی است، به این منظور مقادیر ۰/۵، ۱، ۲، ۳ و ۴ درصد سطح فعال مورد استفاده قرار گرفت. مشخصه‌های رنگی نمونه‌ها در جدول ۶ آمده است. نمودار جذب هم در شکل ۶ ارائه شده است.



شکل ۶: قدرت رنگی نمونه‌های رنگ‌رزی شده بر حسب سطح فعال آنیونی SDS

از روی شکل مشاهده می‌شود که با افزایش میزان SDS جذب کاهش یافته است. بیشترین جذب برای ۰/۵ درصد SDS است.

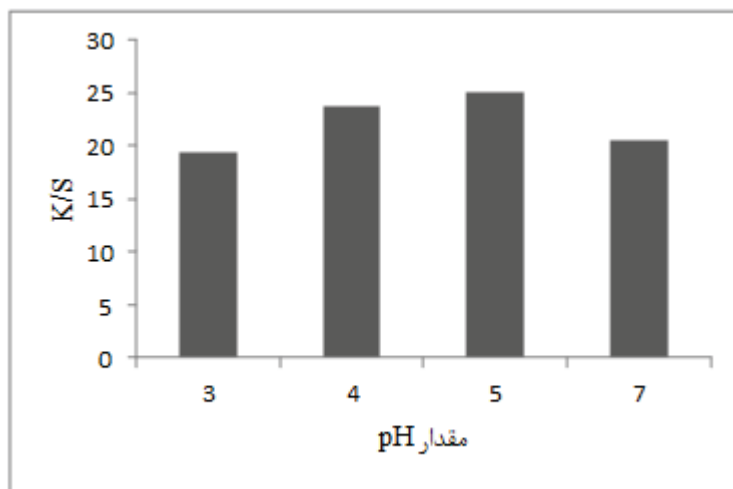
نتایج نشان می‌دهد افزایش میزان سطح فعال آنیونی SDS نسبت به نمونه شاهد باعث افزایش جذب و کاهش روشنایی شده است (به جزء نمونه‌ای که ۴ درصد سطح فعال آنیونی (SDS) . بیشترین روشنایی برای نمونه ۴ درصد سطح فعال آنیونی SDS و کمترین روشنایی برای نمونه‌ای که از ۱ درصد SDS استفاده شده است. مقادیر (a*) قرمزی نشان می‌دهد نمونه‌ای که از ۰/۵، ۱، ۳ استفاده شده با نمونه شاهد قرمزی یکسان است و در نمونه‌های ۲ و ۴ درصد SDS نیز قرمزی یکسان است. مقادیر (b*) زردی نشان می‌دهد با افزایش میزان سطح فعال SDS زردی افزایش یافته است و بیشترین زردی در نمونه ۲ درصد SDS و کمترین زردی برای نمونه ۰/۵ درصد SDS است. بیشترین خلوص برای نمونه ۲ درصد SDS است و در نمونه‌های ۳، ۴ درصد SDS و نمونه شاهد خلوص برابر است. همچنین کمترین خلوص برای نمونه ۱ درصد SDS است.

جدول ۶: مشخصات رنگی نمونه‌های رنگ‌رزی شده بر حسب سطح فعال آنیونی SDS

سطح فعال SDS	L*	a*	b*	c	h	K/S
شاهد	۳۵/۰۲	۳۳/۶۹	۳۱/۴۴	۴۶/۰۹	۴۳/۰۱	۲۲/۳۲
۰/۵	۳۳/۵۵	۳۳/۱۹	۲۹/۸۷	۴۴/۶۲	۴۱/۹۸	۲۳/۸۸
۱	۳۳/۴۰	۳۳/۱۴	۳۰/۰۹	۳۱/۳۳	۴۲/۰۸	۲۳/۶۳
۲	۳۶/۱۷	۳۴/۳۹	۳۳/۷۴	۴۸/۱۹	۴۴/۴۴	۲۲/۹۰
۳	۳۵/۰۸	۳۳/۹۰	۳۲/۱۳	۴۶/۷۵	۴۳/۴۶	۲۳/۱۴
۴	۳۵/۵۴	۳۴/۰۶	۳۲/۲۱	۴۶/۸۸	۴۳/۳۹	۲۱/۸۷

۷-۳- بررسی اثر pH با مقدار بهینه SDS

پارامتر مورد بررسی در این مرحله، اثر pH محیط رنگ‌رزی است. به این منظور چهار نمونه با pH ۳، ۴، ۵ و ۷ در نظر گرفته شد. مشخصه‌های رنگی نمونه‌ها در جدول ۷ آمده است. نمودار جذب هم در شکل ۷ ارائه شده است.



شکل ۷: قدرت رنگی pH با مقدار بهینه SDS

جدول ۷: مشخصات نمونه‌های رنگ‌گری شده بر حسب pH

pH	L*	a*	b*	c	H	K/S
۳	۳۸/۱۴	۳۰/۴۴	۳۲/۱۶	۴۴/۲۹	۴۶/۵۶	۱۹/۴۳
۴	۳۳/۱۴	۳۴/۱۹	۲۹/۸۳	۴۵/۳۸	۴۱/۰۹	۲۳/۷۶
۵	۳۳/۳۲	۳۳/۸۶	۳۰/۷۵	۴۵/۷۴	۴۲/۲۳	۲۵/۱۰
۷	۳۳/۸۴	۲۸/۲۶	۲۵/۶	۳۸/۱۳	۴۲/۱۶	۲۰/۵۳

نتایج نشان می‌دهد که با افزایش pH محیط رنگ‌گری، روشنایی (L*) کاهش یافته و میزان جذب افزایش می‌یابد. مقادیر قرمزی نشان می‌دهد که بیشترین قرمزی مربوط به نمونه با pH=۴ و کمترین قرمزی مربوط به pH=۷ می‌باشد. مقادیر (b*) زردی نشان می‌دهد که با افزایش pH محیط رنگ‌گری مقدار زردی کاهش می‌یابد. بیشترین زردی برای نمونه با pH=۳ و کمترین زردی برای نمونه با pH=۷ می‌باشد. الیاف رنگ‌گری شده با روناس به علت ساختارهای شیمیایی آنتراکینونی و وجود گروه‌های هیدروکسی متعدد، در محیط‌هایی با pH های مختلف تغییر رنگ می‌دهند این ترکیبات به طور کلی در pH های اسیدی دارای رنگ مایل به نارنجی و در pH های قلیایی دارای رنگ قرمز مایل به آبی هستند تغییر رنگ کالاهای پشمی در محیط قلیایی به تبدیل گروه‌های هیدروکسی به حالت کوئینونوئید نسبت داده می‌شود که نتیجه آن ایجاد یک اثر باتوکرومیک خواهد بود. بیشترین خلوص برای نمونه با pH=۵ و با اختلاف جزئی برای pH=۷ می‌باشد. در نهایت بهترین pH را می‌توان ۵ در نظر گرفت. بهترین عمق رنگی برای نمونه‌هایی به دست آمده که محدوده pH آنها بین ۲ تا ۵ بود. با توجه به حساسیت الیاف پشمی به pH های کم، توصیه می‌شود رنگ‌گری در محدوده pH برابر ۴ تا ۵ انجام شود (دودانگه و همکاران، ۱۳۹۰، ۱۶۴).

۳-۸- اندازه‌گیری ثباتها

نمونه‌های رنگ‌گری شده در شرایط مختلف طبق استانداردهای $1993 - A - 03 - 105 - ISO$ ، $1989 - C - 03 - 105 - ISO$ و $1993 - X - 12 - 105 - ISO$ به منظور تعیین ثبات شستشویی، لکه‌گذاری و سایشی ارزیابی شدند. جهت اندازه‌گیری میزان ثبات شستشویی و لکه‌گذاری تمامی نمونه‌ها در شرایط استاندارد که در بالا ذکر شد شسته شده است و همچنین در بررسی ثبات سایشی، مطابق استاندارد و سایش به روش خشک انجام گرفت که نتایج اندازه‌گیریهای ثباتهای شستشویی، لکه‌گذاری و سایشی نمونه‌ها در جدول ۸ آمده است.

جدول ۸: ثبات‌های نمونه‌های رنگری شده با pH با مقدار بهینه SDS

pH	ثبات شستشوی	ثبات سایشی	ثبات لکه‌گذاری					
			پشم	اکریک	پلی‌استر	نایلون ۶،۶	پنبه	دی‌استات
pH۲	۱-۲	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
pH۴	۱-۲	۵	۵	۴-۵	۵	۵	۵	۴-۵
pH۵	۳-۴	۵	۴-۵	۴-۵	۴-۵	۴-۵	۴-۵	۴-۵
pH۷	۳-۴	۵	۵	۴-۵	۵	۵	۵	۴-۵

مطابق بررسی انجام شده مشاهده می‌شود که ثبات سایشی نمونه‌ها در حد عالی (۵) است. ثبات شستشویی در صورت استفاده از pH های بالاتر تا حدودی افزایش را نشان می‌دهد که در نمونه‌ای که از pH ۵ و ۷ استفاده شده ثبات شستشویی بهتر از نمونه‌های دیگر است و همچنین طبق بررسی انجام شده میزان لکه‌گذاری نمونه‌ها بین ۴-۵ را نشان می‌دهد. بنابراین میزان لکه‌گذاری نمونه‌ها نیز در حد خوب تا عالی است.

۴- نتیجه‌گیری

الیاف پشم با مواد رنگزای گیاه روناس بدون استفاده از دندان رنگری شد. با توجه به بررسی‌های انجام شده و جداول و نمودارها، رنگری باروناس نتایج زیر را در بر دارد. پارامترهای دما و زمان رنگری و دما و زمان عصاره‌گیری نشان داد که دمای جوش ۸۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه برای رنگری، دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۳۰ دقیقه برای عصاره‌گیری، ۰/۵ درصد سطح فعال و pH ۵ مناسب‌ترین شرایط برای رنگری با روناس انتخاب شد. همچنین با توجه به نتایج ثبات شستشویی، نمونه‌های که pH ۵ و ۷ دارند در مقایسه با نمونه‌هایی که pH ۳ و ۴ دارند ثبات شستشویی بهتر می‌باشند و ثبات سایشی نیز در همه نمونه‌ها در حد عالی (۵) می‌باشد.

پی‌نوشت‌ها:

1. Calorimetry

۲. L:R - نسبت وزن کالا به آب

3. KUBELKA AND MUNK

منابع:

۱. اکبری ا. (۱۳۹۱): رنگری الیاف پروتئینی با رنگینه‌های شیمیایی. کاشان: دانشگاه کاشان.
۲. جهانشاهی‌افشار (۱۳۷۵): و. فرایند و روشهای رنگری الیاف با مواد طبیعی. تهران: دانشگاه هنر.
۳. حیاتی م. (۱۳۸۴) رنگری الیاف با رنگ‌های طبیعی. تهران: مؤسسه آموزش عالی علمی-کاربردی جهاد دانشگاهی.
۴. دودانگه م. قرنچیک کا. (۱۳۹۰): بهینه‌سازی شرایط رنگری الیاف پشم با مواد رنگزای روناس و دندان آلومینیوم سولفات بر اساس آزمایش‌های تاگوچی. مجله علوم و فناوری نساجی.
- 5., Bechtold T. and Mussak R. (Eds.) , (2009) Handbook., of Natural Colorants John Wiley and Sons, West Sussex, UK..
6. Clementi C., Nowik W., Romani A., Cibin F.(2007)and Favaro G.,A spectrometric and chromatographic approach to the study of ageing of madder (Rubia tinctorum L.) dyestuff on wool, Anal. Chim. Acta, 596. , 46-54.
7. Clementi C., Nowik W., Romani A., Cibin F., and Favaro G., (2007)A spectrometric and chromatographic approach to the study of ageing of madder (Rubia tinctorum L.) dyestuff on wool, Anal. Chim. Acta, 596, 46-54.

8. Cuoco G., Mathe C., Archier P., Chemat F., and Vieillescazes C. ., (2009) A multivariate study of the performance of an ultrasound-assisted madder dyes extraction and characterization by liquid chromatography-photodiode array detection, *Ultrason. Sonochem.* 16, 75-82.
9. Cardon D. (2003) , *Le monde des teintures naturelles*, Editions Berlin, lin, Paris.
10. De Santis D. and Moresi M. (2007) Production of alizarin extracts from *Rubia tinctorum* and assessment of their dyeing properties, *Ind. Crop. Prod.*, 26, 151-162.
11. J. Park and J. ., (2004) *Shore, Practical Dyeing, Volume 2: fibre types and dyeing processes*, Society of Dyers and Colorists.
12. Surowiec I., Szostek B., and Trojanowicz M., (2007) HPLC-MS of anthraquinolds, flavonoids, and their degradation products in analysis of natural dyes in archeological objects, *J. Sep. Sci.*, 30, 2070-2079.
13. Shams-Nateri A., ., (2011) Reusing wastewater of madder natural dye for wool dyeing, *J. Cleaner Product*, 19, 775-781.
14. Surowiec I., Szostek B., and Trojanowicz M.,, (2007) HPLC-MS of anthraquinolds, flavonoids, and their degradation products in analysis of natural dyes in archeological objects, *J. Sep. Sci.*, 30, 2070-2079.